

PCT/JP 03/14641

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

18.11.03

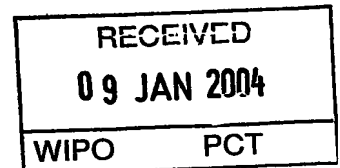
附紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 1 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 6 1 3 2 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 6 1 3 2 5]

出 願 人 オ リ ン パ ス 株 式 会 社
Applicant(s):

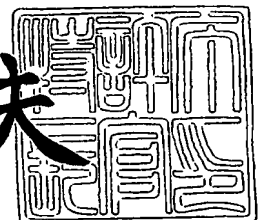


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 2 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 3 - 3 1 0 5 9 5 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P01915

【提出日】 平成14年12月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 1/00

【発明の名称】 イメージング装置

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnpas光学工業株式会社内

【氏名】 後野 和弘

【特許出願人】

【識別番号】 000000376

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

【氏名又は名称】 オリnpas光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076233

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 進

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013387

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9101363

【プルーfの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 イメージング装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源装置と、

前記光源装置からの照射光を観察に用い、生体観察像を映像信号に変換する撮像装置と、

前記映像信号から生体画像を生成するプロセッサと
からなるイメージング装置において、

前記プロセッサが、

少なくとも生体組織による散乱特徴を画像情報として有する生体画像を生成する手段

を備えたことを特徴とするイメージング装置。

【請求項2】 前記撮像装置は、内視鏡である

ことを特徴とする請求項1に記載のイメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、生体組織の散乱イメージング処理を行うイメージング装置に関する

。

【0002】

【従来の技術】

食道癌など消化管腫瘍疾患は、その多くが消化管粘膜の最表層である上皮層内の基底層から発生することが知られている。基底層から発生した異型細胞が増殖して上皮全層を置換する方向へ、その悪性度が進行する。上皮内におけるこの腫瘍性変化は細胞単体の異型と同時に病理学的な構造変化、いわゆる構造異型を伴い、正常病理像とは異なる不整な組織配列を呈する。

【0003】

内視鏡診断の目的は、この種の腫瘍をできるだけ早期に発見することにある。早期で発見できれば、内視鏡的治療など低侵襲な手術により根治できる可能性が

高くなる。

【0004】

しかし、食道癌などある種の腫瘍は、早期段階では明確な形状（ポリープまたは陥凹形状）に乏しく、その発見は必ずしも容易でない。

【0005】

これら形状変化に乏しい腫瘍を早期に発見、鑑別するためにこれまで、多くの提案が為されてきた。

【0006】

その中でも有力視されているのは、前述した核異型、構造異型が、光学的に散乱変化を生起すると考えて、その散乱変化を光学的に捉えることで、通常の観察像では困難な早期病変の発見を行う技術、散乱スペクトロスコピー、散乱イメージングである（例えば特開2002-95635号公報）。

【0007】

従来、上皮内の散乱特性を測定、イメージングするために、偏光光学系を用いた提案が数多く為されている。上皮表面からの後方単散乱光が偏光成分を保持している一方で、上皮下層（粘膜層、粘膜下層）からの多重散乱光が無偏光となるという知見に基づき、水平、垂直偏光成分の差分観測値に基づきイメージングを行う技術である。

【0008】

ある方向（例えば水平方向）に偏光された観測光で生体組織を照明することで、上皮表面の細胞配列からの後方散乱光は同じ方向（例えば水平方向）の偏光成分として観測される。一方、上皮下内に伝播した光は細胞や様々な組織に構成物による多重散乱効果によって無偏光状態となって組織表面から拡散反射光として観測される。

【0009】

この光を観測光とは異なる（例えば垂直方向）方向を持つ偏光子で観測することで、多重散乱光の大きさを見積もることができる。この値を用いて、偏光がほとんど維持されている観測光（水平偏光）に含まれる多重散乱の影響を、差分操作で補正し、上皮表層の細胞からの単散乱光を抽出する。

【0010】

細胞による単散乱現象は、原形質に浮いた様々な球形粒子によるM i e 散乱としてモデル化が可能であるとされている。M i e 散乱光の特徴として、散乱粒子の粒径、周辺媒体（この場合は、主に原形質）との屈折率比、観測波長に散乱スペクトル形状が依存する。とくに、重要なのは粒径とスペクトル形状との関連である。

【0011】

前記、偏光測定により抽出した単散乱光のスペクトル形状をM i e 散乱モデルを用いて、粒径を変化させながら非線形最小二乗法等によりフィッティングを行うことで、粘膜上皮の粒径を推定することが可能となる。

【0012】

上皮層において主に散乱に寄与するものの一つとして細胞核が考えられており、上記方法によって推定された粒径は細胞核の大きさに高い相関を特つと考えられている。

【0013】

前述した核異型は、核の腫大（腫瘍性変化に伴い、核が正常状態より大きくなること）を伴うので、この方法により核の大きさを推定することは、上皮の腫瘍性変化の状態を推定することになる。

【0014】

したがって、偏光を用いたスペクトロスコピー、およびイメージングは核腫大をイメージングできる可能性を持っている。

【0015】**【特許文献1】**

特開2002-95635号公報

【0016】**【発明が解決しようとする課題】**

以上のように偏光スペクトロスコピー、およびイメージングは核腫大を定量的に推定する可能性を持っているが、内視鏡への応用を考えた場合に下記のような問題がある。

【0017】

- ・偏光光学系を内蔵した特殊なスコープが必要
- ・偏光を用いるため、高感度な撮像素子が必要（偏向光を生成、受光するための光学素子：偏光子を用いると、光のエネルギーは極端に低下する）
- ・M i e 散乱によるモデル化を行うため、照明光と観測光の角度（後方散乱角）を正確に知るか、あるいは固定するための工夫が必要（M i e 散乱モデルでは観測される後方散乱光の角度によってスペクトル形状が大きく依存する）

以上の問題を解決することで、高性能な散乱イメージング装置を実現する可能性はあるが、装置コストの観点からは前述した課題もある。

【0018】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、既存の内視鏡光学系をそのまま利用することを前提に、光源装置、およびプロセッサ内部の改良だけで、簡易な散乱イメージングを行うことのできるイメージング装置を提供することを目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明のイメージング装置は、光源装置と、前記光源装置からの照射光を観察に用い、生体観察像を映像信号に変換する撮像装置と、前記映像信号から生体画像を生成するプロセッサとからなるイメージング装置において、前記プロセッサが、少なくとも生体組織による散乱特徴を画像情報として有する生体画像を生成する手段を備えて構成される。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について述べる。

【0021】

図1ないし図10は本発明の第1の実施の形態に係わり、図1は散乱イメージング装置の構成を示す構成図、図2は図1の回転フィルタの構成を示す図、図3は図2の回転フィルタの分光特性を示す図、図4は図1の画像処理回路の構成を示すブロック図、図5は図1の散乱イメージング装置が散乱イメージングを行う

消化管粘膜組織を説明する図、図6は図5の消化管粘膜組織における所望の散乱特性を生じさせる分光特性のフィルタを説明する図、図7は図4のスペクトル推定部の作用を説明する図、図8は図4のスペクトル推定部の処理の流れを示すフローチャート、図9は図4の散乱特徴計算部の作用を説明する図、図10は図1の回転フィルタの変形例の構成を示す図である。

【0022】

図1に示すように、本実施の形態の散乱イメージング装置を構成する内視鏡装置1は、体腔内に挿入し体腔内組織を撮像する撮像手段としてCCD2を有する電子内視鏡3と、電子内視鏡3に照明光を供給する光源装置4と、電子内視鏡3のCCD2からの撮像信号を信号処理して内視鏡画像を観察モニタ5に表示するビデオプロセッサ7とから構成される。

【0023】

光源装置4は、照明光を発光するキセノンランプ11と、白色光の熱線を遮断する熱線カットフィルタ12と、熱線カットフィルタ12を介した白色光の光量を制御する絞り装置13と、照明光を面順次光にする回転フィルタ14と、電子内視鏡3内に配設されたライトガイド15の入射面に回転フィルタ14を介した面順次光を集光させる集光レンズ16と、回転フィルタ14の回転を制御する制御回路17とを備えて構成される。

【0024】

回転フィルタ14は、図2に示すように、円盤状に構成され中心を回転軸とした構造となっており、図3に示すような分光特性の面順次光を出力するためのフィルタ組を構成するC1フィルタ14c1、C2フィルタ14c1、C3フィルタ14c1が配置されている。そして、回転フィルタ14は、図1に示すように、制御回路17により回転フィルタモータ18の駆動制御がなされ回転されるようになっている。

【0025】

なお、キセノンランプ11、絞り装置13及び回転フィルタモータ18には電源部10より電力が供給される。

【0026】

図1に戻り、ビデオプロセッサ7は、CCD2を駆動するCCD駆動回路20と、対物光学系21を介してCCD2により体腔内組織を撮像した撮像信号を増幅するアンプ22と、アンプ22を介した撮像信号に対して相関2重サンプリング及びノイズ除去等を行うプロセス回路23と、プロセス回路23を経た撮像信号をデジタル信号の画像データに変換するA/D変換器24と、A/D変換器24からの画像データにホワイトバランス処理を施すホワイトバランス回路25と、回転フィルタ14による面順次光を同時化するためのセクタ26及び同時化メモリ27、28、29と、同時化メモリ27、28、29に格納された面順次光の各画像データを読み出しガンマ補正処理、輪郭強調処理、色処理等を行う画像処理回路30と、画像処理回路30からの画像データをアナログ信号に変換するD/A回路31、32、33と、光源装置4の制御回路17からの回転フィルタ14の回転に同期した同期信号を入力し各種タイミング信号を上記各回路に出力するタイミングジェネレータ35と、プロセス回路23を経た撮像信号を入力し光源装置4の絞り装置13を制御し適正な明るさ制御を行う調光回路43とを備えて構成される。

【0027】

画像処理回路30は、図4に示すように、同時化メモリ27、28、29からの各画像データを入力すると共にスペクトル推定に必要なデータを推定用データ供給部51から得て各画素のスペクトルを推定するスペクトル推定部52と、スペクトル推定部52からの各画素のスペクトルと特徴計算用データ供給部53からの特徴計算用に必要なデータとに基づき数個の散乱特徴を計算する散乱特徴計算部54と、散乱特徴計算部54からの散乱特徴画像に基づいて、表示色計算を行い、カラー画像として散乱特徴を表示すべく、各画素のRGB値を決め、RGB画像としてD/A回路31、32、33へと出力する色彩画像生成部55とを備えて構成される。

【0028】

なお、推定用データ供給部51及び特徴計算用データ供給部53はビデオプロセッサ7内、あるいは外部ブロックに備えられる。

【0029】

食道などの消化管粘膜組織はおおよそ図5のような構造を持つ。食道癌などの腫瘍は上皮層と粘膜層を分ける基底層から発生する。基底層から発生した腫瘍は核異型と構造異型を伴いながら上皮全層を異型細胞で置換し、いわゆる異形成状態を経て癌へ進行する。

【0030】

上皮層は扁平上皮で構成され、その緻密な細胞構造から強い散乱特性を示す。また、その散乱特性は波長依存性を持っており、短波長から長波長にかけて低下する特性を持つと考えられている（したがって、短波長光は上皮内でほとんど散乱、反射され、それ以降の粘膜層下への深達は少ないと考えられる）。

【0031】

よって、上皮内の散乱特性の変化を捉えるには、長波長光より短波長光の方が適していると考えられる。このことは、イメージングにおいても同様で、狭帯域マルチバンド照明をケースに以降説明する。

【0032】

面順次光を生成する回転フィルタにおいては、図6に示すように、自然な色再現を得るために、通常はC-B、C-G、C-Rのような広帯域なフィルタの組合せが用いられる。回転フィルタが高速に回転することで、3つのバンド光が時系列的に被写体を照明して、順次モノクロCCDで撮像し、ビデオプロセッサで合成されて、各照明光に対応するバンド画像が観察モニタのBlue、Green、Redチャンネルに充当されて、一枚のカラー画像として表示されることになる。

【0033】

ただし、所望の特性を持つフィルタを作成することができれば、例えば、C2、C4、C6などC-B、C-G、C-Rの中心波長は大きく変化させないで、半値幅を狭帯域化することで、血管像のコントラストを向上させることもできる。

【0034】

しかし、ここでは回転フィルタ14は、上皮内の散乱イメージングを目的とするので、前述のとおり、短波長光からバンドを選択する。図6のC1、C2、C3が相当する。これら短波長域の複数のバンド画像は、長波長側のバンド（C4、

C5、C6、C7) より比較的上皮内の構造を良く表すものと考えられる。

【0035】

ここで、C1、C2、C3照明光に対応するバンド画像をBlue、Green、Redチャンネルに充当して一枚のカラー画像として観察モニター上に再現することも考えられるが、色情報がどのような散乱特性に対応するのか、またその色変化が病理学的な如何なる変化（例えば、構造異型の程度や核腫大の程度など）に対応するのかが明確ではなく、画像の理解が容易ではない。ひいては、内視鏡医が検査中にこのような画像を観察しても、腫瘍の早期発見に寄与することが難しい。

【0036】

そこで、本実施の形態では、これら複数のバンド画像から分光反射率を推定し、推定された分光反射率から生体組織の光学モデルに基づいて、病理学的に相関の高い特徴へ変換して、画像中におけるその特徴量の変化を色彩情報として表示することを考える。

【0037】

本実施の形態の目的は、狭帯域マルチバンド画像から各画素の分光反射率を推定し、光学モデルに基づいた病理学的に相関の高い特徴量を推定し、推定された特徴量の画像中における変化に基づいて色彩情報を生成することにある。

【0038】

(作用)

同時化メモリ27、28、29から出力された狭帯域バンド画像（本実施の形態は3バンドを想定しており、図6に示すように短波長バンド；C1、C2、C3に対応）は、画像処理回路30内に設けられたスペクトル推定部52に入力する。スペクトル推定部52は、スペクトル推定に必要なデータを画像処理部内、あるいは外部ブロックに備えられた推定用データ供給部51から得て各画素のスペクトルを推定する。

【0039】

推定スペクトル、つまりスペクトル画像は散乱特徴計算部54の入力値となる。散乱特徴計算部54は、特徴計算用に必要なデータを、画像処理部内、あるいは

は外部ブロックに備えられた特徴計算用データ供給部53から得て数個の散乱特徴を計算する。この時点で、各画素には数個の散乱特徴が割り当てられている。

【0040】

散乱特徴計算部54は、散乱特徴画像を色彩画像生成部55へと出力する。色彩画像生成部55は、散乱特徴画像に基づいて、表示色計算を行い、カラー画像として散乱特徴を表示すべく、各画素のRGB値を決め、RGB画像としてD/A回路31, 32, 33へと出力する。

【0041】

次に各ブロック（スペクトル推定部52、散乱特徴計算部54及び色彩画像生成部55）における作用について説明する。詳細は文献「V. Backman, R. Gurjar, K. Badizadegan, I. Itzkan, R. R. Dasari, L. T. Perelman, and M. S. Feld, " Polarized Light Scattering Spectroscopy for Quantitative Measurement of Epithelial Cellular Structures In Situ , " IEEE J. Sel. Top. Quntum Electron, 5, 1019-1026 (1999) 」に開示されている。なお、以下の数式で" $\hat{\cdot}$ "は数個の要素を持つベクトル（小文字）、行列（大文字）を示す。

【0042】

（スペクトル推定部52）

被写体分光反射率と観測されるマルチバンド画像の画素値との関係を式（1）のイメージング方程式として示す。

【0043】

【数 1】

$$\hat{g} = H \hat{f} + \hat{n}$$

$$\hat{g} = \begin{bmatrix} g_{c1} \\ g_{c2} \\ g_{c3} \end{bmatrix}, \quad H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1L} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2L} \\ h_{31} & h_{32} & \cdots & h_{3L} \end{bmatrix}, \quad \hat{f} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_L \end{bmatrix}, \quad \hat{n} = \begin{bmatrix} n_{c1} \\ n_{c1} \\ n_{c2} \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

ここで、 \hat{g} はバンド数の次元 (N; 本実施の形態では 3) を持つ画素値列ベクトルである。 \hat{f} は被写体分光反射率列ベクトルであり、波長方向に L 個で数値が離散化されている。 \hat{n} はノイズ列ベクトル。 H は各バンドの分光感度特性である N 個の行ベクトルで構成される $L \times N$ のシステムマトリックスとする。

【0044】

問題は、 H が既知であり観測値 \hat{g} から被写体の分光反射率を推定することである。 H は観察光スペクトル、狭帯域フィルタの分光透過率特性、撮像素子の分光感度特性など、イメージングシステムの分光特性として既知である。

【0045】

一般に「バンド数 $N <$ 波長サンプリング数 L 」であるため、推定問題は ill-condition である。つまり、 \hat{g} に対して、式 (1) を満たす \hat{f} は無数に存在することになる (言い換えれば、未知数より方程式の数が少ないので、いろんな解が考えられて、何か条件を付加しないと解を一つに決定することができない)。

【0046】

そこで、先見情報を準備して解空間 (この場合は L 次元スペクトル空間) を制限する (これが、解を一つに決定するための条件となる) ことで、妥当な推定解を見いだす必要がある。つまり、先見情報を用いて、 L 次元スペクトル空間の中で解の候補となりうるスペクトルが分布する部分空間内で最適な解を求める問題に帰着する。

【0047】

先見情報を用いた手法として Wiener 推定が一般的に用いられる。式 (2) に Wiener 推定における推定マトリックス A を示す。観測ベクトル g の右からこの推定

マトリックスAを乗算することで、スペクトルを推定する。したがって、スペクトル推定手段は、予め設定された推定マトリックスAを用いた、マトリックス演算器として動作する。

【0048】

【数2】

$$A^{\wedge} = R_f^{\wedge} H^T (H^{\wedge} R_f^{\wedge} H^T + R_n^{\wedge})^{-1} \quad \dots(2)$$

ここで、 R_f^{\wedge} は推定すべき被写体スペクトルの波長方向の自己相関行列（ $L \times L$ ）、 R_n^{\wedge} は式（1）で n^{\wedge} として現われる加法ノイズの自己相関行列である。 R_n^{\wedge} は予め測定されたイメージングシステム（ここでは、光源とスコープを組み合わせたトータルのシステムを指す）のノイズ杵|生から推定可能であり、既知である。ここでいう先見情報とは R_f^{\wedge} 、 R_n^{\wedge} であり、とくに R_f^{\wedge} は推定される分光反射率の妥当性を左右する最も重要なパラメータである。

【0049】

従来、この自己相関行列 R_f^{\wedge} は、推定されるスペクトルが波長方向に平滑（つまり、輝線スペクトルなど急激な波長変化はなく、波長方向に比較的なだらかな特性ということ）と仮定して微分オペレータ行列の逆（つまり空間周波数領域において低周波強調フィルタとなる）を用いたり、マルコフモデルなどの統計モデルで分光反射率が表現できるとしてマルコフ遷移行列を用いたりする場合が多い。本実施の形態では、この自己相関行列 R_f^{\wedge} として後述する生体組織の離散粒子構造モデル（以下、光学モデル）から推定されるスペクトルから求めた自己相関行列を利用する。

【0050】

次に光学モデルについて説明する。生体組織は、繊維組織、細胞、リンパ球、毛細血管、細胞核、細胞内小器官など、様々な要素で構成されている。

【0051】

散乱は屈折率変化の大きい場所で起こるので、生体組織における主な散乱体（散乱主体）は、細胞核やミトコンドリアなどの細胞内小器官であると考えられている。観測波長と同程度か、少し小さい程度の大きさの粒子に対しては、その位

相関数と散乱係数をMie散乱モデルで予測することができる。位相関数は、方向 s から散乱主体に入射した光が s' 方向に散乱される確率を示す。また、散乱係数は単位距離あたりに光子が何回、散乱を受けるかを表すパラメータである。

【0052】

このMie散乱モデルは、 $2\pi m a / \lambda$ (λ は波長、 m は屈折率比、 a は散乱主体の直径)をモデルのパラメータとして持つ。核と原形質の屈折率比には、大きな変動がないと考えられるので、Mie散乱は主に散乱主体をパラメータとして散乱スペクトルを予測するモデルであると言える。

【0053】

一方、生体組織に内にどの程度の大きさの粒子(細胞核、細胞内小器官)がどのくらいの密度で存在するかの情報(粒径分布関数)が分かれば、そこから位相関数と散乱係数を推定することが、このMie散乱モデルで可能となる。粒径分布の概念図を図7に示す。実際の粒子直径は細胞内小器官の $0.4\mu\text{m}$ 程度から細胞核の $4\mu\text{m}$ 程度と考えられており、正常組織から構造異形が進行するにしたがって、図6中の矢印のように粒径分布が変化($f_1(d)$ から $f_2(d)$ 、 d は粒子直径)すると考えられている。Mie散乱モデルを用いて、粒径分布関数、粒子と周辺媒体との屈折率比(およそ1.03で、周辺媒体としては原形質が想定される)から、位相関数と散乱係数を計算する。粒径分布関数は、正規分布や対数正規分布を適用することが可能である。ターゲットに対して想定される粒径分布パラメータ(平均や標準偏差)の変動に対して、Mie散乱モデルから光学係数を計算し、計算された光学係数に基づき、光伝播モデルにより多重散乱過程をシミュレートすることで、スペクトルを計算する。

【0054】

光伝播モデルには、解析的な手法として計算時間において有利だが、モデル形状の自由度に制約が大きい拡散方程式による方法や、その計算に時間を要するがモデル形状に対する自由度が大きいモンテカルロモデルなど、状況に応じて使い分けることができる。

【0055】

ここまでに、モデル計算について整理すると、図8に示すように、ステップS

1で粒径分布パラメータ（平均、標準偏差）を得。ステップS1で粒径分布パラメータをMie散乱モデルに入力する。ステップS3でMie散乱モデルからは、散乱係数と位相関数出力される。実際には、各々の粒子サイズ毎にMie散乱モデルを適用して、散乱係数と位相関数を計算して、粒径分布を重み関数として重み付き加算平均として、粒径分布を考慮したMie散乱計算を行う。

【0056】

以上のモデル計算によって、上皮内の腫瘍性変化に伴う核異型、構造異型を粒径分布パラメータ（平均、標準偏差）の変化として考え、スペクトル計算を行い、これを事前知識として考えて解空間（スペクトル空間）に制約を行う。つまり、Wiener推定における自己相関行列 R_f^{\wedge} をこのモデル計算から推定されたスペクトル分布から予め計算しておく。

【0057】

具体的には、ステップS4で病理学的知見から得られた粒径分布パラメータ変化（平均値、標準偏差の変動）に応じたスペクトル変化をMie散乱モデル+光伝播モデルで計算する。計算の結果、ステップS5でスペクトル空間において、粒径分布パラメータ変化に応じたスペクトル分布が形成される。これを母集団として考えて、スペクトルの波長方向の自己相関行列を推定する。

【0058】

以上、光学モデル（粒径分布モデル+Mie散乱モデル+光伝播モデル）によって予め推定された自己相関行列を用いて、上皮内の散乱スペクトルを推定する。したがって、推定用データ供給部には、 H^{\wedge} 、 R_f^{\wedge} 、 R_n^{\wedge} に基づいた式（2）で計算されるマトリックスAが格納される。

【0059】

（散乱特徴計算部54）

スペクトル推定部52によって推定されたスペクトルからは、様々な特徴を計算することができる。本実施の形態では、粒径分布パラメータに着目して、このパラメータに相関を持つ特徴量をスペクトルから推定する方法を提案する。概念図を図9に示す。

【0060】

自己相関行列を推定する際に、粒径分布パラメータ（平均、標準偏差）の変化に対するスペクトル変動範囲が予め分かっている。

【0061】

したがって、散乱特徴として考えられる平均と標準偏差に対応する特徴軸がF1、F2として既知となる。つまり、F1、F2で張られる部分空間にスペクトルが分布することになる。よって、計算されたスペクトルからF1、F2への投影値（ f_1 、 f_2 ）、および明るさ（例えば、スペクトルの面積など）を3番目の値として、散乱特徴とする。したがって、特徴計算用データ供給部には、各特徴軸のスペクトルが格納されている。また、計算部における演算は、特徴軸スペクトルと、散乱スペクトルの内積計算となる。

【0062】

（色彩画像生成部55）

散乱特徴計算部54から出力された散乱特徴、およびスペクトルの明るさを例えば、Blue、Green、Redチャンネルに充当して色彩画像を生成する。その際に、画素値を8ビットなど後段のD/A性能に合わせて適切に量子化する必要がある。画面中で早期病変を発見するには、相対的な散乱変化、つまり核異型、構造異型の程度を捉えれば十分であることが多いので、フレーム中で散乱特徴をダイナミックレンジを計算して、8ビットなど既定のレベルで量子化を行い、RGB信号として出力する。

【0063】

以上、本実施の形態の特徴をまとめると、各画素に対応する分光反射率の推定を、深達度が比較的浅く、上皮内の特徴を強く反映していると想定される短波長域でのマルチバンド画像と、上皮組織を離散粒子構造としてモデル化し、Mie散乱モデルおよび光伝播モデルから計算されるモデルベースの分光反射率分布から推定された自己相関行列を用いることによって散乱スペクトルを推定し、スペクトル空間における予め求められた粒径分布パラメータに対応する特徴軸への投影値を散乱特徴とし、各画素のこれら特徴量を色チャンネルに割り当てて色彩情報で散乱イメージングを実現する。

【0064】

(効果)

本実施の形態によれば、偏光光学系など特殊なスコープを用いずに、狭帯域フィルタとプロセッサ内の演算により、散乱特性変化に相関のあるイメージングが可能となり、上皮内構造異形など従来は観察が困難であった特徴を視認することが可能となる。

【0065】

なお、通常観察像を可能とするため、図10に示すような複数の狭帯域C1～C6（図6参照）の狭帯域フィルタ14 C1～C6を装着した回転フィルタ14を用いてもよく、この場合、各々の狭帯域フィルタの画像に対応するように、フィルタ数分のメモリを備える。また、この場合、画像処理回路30は、図示はしないが、通常観察像生成部と第1の実施の形態で記述したスペクトル推定部52＋散乱特徴計算部54を備え、さらに散乱特徴計算部54の出力に基づいて、強調係数を計算するコントラスト強調係数計算部を備える。フレーム内で例えば粒径分布の平均値やあるいは標準偏差と平均を用いた合成特徴などに相関のある値に基づいて、量子化された一つの値を計算する。この値に基づいて、通常観察像生成部で生成された画像の輝度チャンネルに対して空間周波数の強調係数を決めるようにしてもよい。これにより通常観察像に散乱特徴に基づくコントラスト強調を行うことが可能となる。

【0066】

図11は本発明の第2の実施の形態に係る画像処理回路の構成を示すブロック図である。

【0067】

第2の実施の形態は、第1の実施の形態とほとんど同じであるので、異なる点のみ説明し、同一の構成には同じ符号をつけ説明は省略する。

【0068】

(構成・作用)

上皮内における散乱スペクトルを推定するため、短波長帯域で複数の狭帯域フィルタを用いる。この帯域は散乱特性が強い一方でヘモグロビンの吸収極大（415 nm）も存在する。例えば、食道扁平上皮を考えた場合、正常粘膜ではほとん

ど毛細血管は存在しないが、核の腹大に伴って、乳頭内血管が拡張したり上皮内に新生血管が増生したりする。このような毛細血管像は、ヘモグロビン由来の特異的なスペクトルを有するため、散乱スペクトル推定では誤差要因となることが想定される。したがって、この吸収像としての毛細血管像を散乱スペクトル推定前に分離する。

【0069】

分離は、これら毛細血管像が空間周波動的に高周波であることと、散乱イメージ自体は多重散乱により低周波像を形成すると考え、具体的には、図11に示すように、本実施の形態の画像処理回路30では、散乱スペクトル推定部52の前段に空間周波数フィルタによる各狭帯域バンド画像に対応したフィルタリング部61、62、63を設ける。フィルタリング部61、62、63における動作は、FIRフィルタによるコンボリューション演算器で実現可能であって、毛細血管像分離用の高周波バンドパスフィルタと散乱スペクトル推定用のローパスフィルタとで構成される。

【0070】

各狭帯域バンド画像に対応したフィルタリング部61、62、63からの出力は、各バンド画像に対応した高周波画像C1H、C2H、C3H（添え字H）と低周波画像C1L、C2L、C3L（添え字L）に分離され、低周波画像は散乱スペクトル推定部52へ、高周波画像は毛細血管像生成手段64へと出力される。

【0071】

散乱スペクトル推定部52では、第1の実施の形態で説明したように、Wiener推定における自己相関行列を離散粒子構造モデルから推定される上皮内後方散乱スペクトル分布から算出することで、散乱スペクトルを推定する。

【0072】

一方、毛細血管像生成部64では、各バンドから作成された高周波画像に対して、適当なノイズ除去や場合によっては血管構造をモデル化したマッチトフィルタによりより鮮明に毛細血管像を生成し、輝度情報として画像信号生成部65へと出力する。

【0073】

画像信号生成部 6 5 では、散乱スペクトル推定部 5 2 からの出力に基づき、散乱特性をカラーマップで作成し、一方、毛細血管像を輝度情報として合成することで、散乱＋毛細血管吸収像を観察モニタ 5 に出力する。

【 0 0 7 4 】

(効果)

本実施の形態によれば、偏光光学系など特殊なスコープを用いずに、狭帯域フィルタとプロセッサ内の演算により、散乱特性変化に相関のあるイメージングが可能となり、上皮内構造異形など従来は観察が困難であった特徴を視認することが可能となる。また、空間フィルタリング手段によって、吸収像である毛細血管像を事前に分離すると、分光反射率推定精度の低下を防ぐと同時に、鑑別診断に重要となる毛細血管パターンと散乱像を合成して表示することが可能となる。

【 0 0 7 5 】

図 1 2 及び図 1 3 は本発明の第 3 の実施の形態に係わり、図 1 2 は散乱イメージング装置の構成を示す構成図、図 1 3 は図 1 2 の回転フィルタの構成を示す図である。

【 0 0 7 6 】

第 3 の実施の形態は、第 1 の実施の形態とほとんど同じであるので、異なる点のみ説明し、同一の構成には同じ符号をつけ説明は省略する。

【 0 0 7 7 】

(構成・作用)

本実施の形態の回転フィルタ 1 4 は、図 1 3 に示すように、円盤状に構成され中心を回転軸とした 2 重構造となっており、外側の径部分には図 6 に示した C 1 ～ C 3 の分光特性の狭帯域な面順次光を出力するための第 1 のフィルタ組を構成する C 1 フィルタ 1 4 C 1, C 2 フィルタ 1 4 C 2, C 3 フィルタ 1 4 C 3 が配置され、内側の径部分には図 6 に示した C 4 ～ C 6 の分光特性の面順次光を出力するための第 2 のフィルタ組を構成する C 4 フィルタ 1 4 C 4, C 5 フィルタ 1 4 C 5, C 6 フィルタ 1 4 C 6 が配置されている。

【 0 0 7 8 】

そして、回転フィルタ 1 4 は、図 1 2 に示すように、制御回路 1 7 により回転

フィルタモータ 18 の駆動制御がなされ回転され、また径方向の移動（回転フィルタ 14 の光路に垂直な移動であって、回転フィルタ 14 の第 1 のフィルタ組あるいは第 2 のフィルタ組を選択的に光路上に移動）がビデオプロセッサの 7 内のモード切替回路 42 からの制御信号によりモード切替モータ 19 によって行われる。

【0079】

なお、キセノンランプ 11、絞り装置 13、回転フィルタモータ 18 及びモード切替モータ 19 には電源部 10 より電力が供給される。

【0080】

電子内視鏡 2 には、モード切替スイッチ 41 が設けられており、このモード切替スイッチ 41 の出力がビデオプロセッサ 7 内のモード切替回路 42 に出力されるようになっている。ビデオプロセッサ 7 のモード切替回路 42 は、制御信号を調光回路 43、調光制御パラメータ切替回路 44 及び光源装置 4 のモード切替モータ 19 に出力する。

【0081】

調光制御パラメータ切替回路 44 は、回転フィルタ 14 の第 1 のフィルタ組あるいは第 2 のフィルタ組に応じた調光制御パラメータを調光回路 43 に出力し、調光回路 43 はモード切替回路 42 からの制御信号及び調光制御パラメータ切替回路 44 からの調光制御パラメータに基づき光源装置 4 の絞り装置 13 を制御し適正な明るさ制御を行う。

【0082】

(効果)

このように本実施の形態では、第 1 の実施の形態の効果に加え、C4 フィルタ 14 C4、C5 フィルタ 14 C5、C6 フィルタ 14 C6 を用いることで、通常観察光による体腔内観察が可能となる。

【0083】

図 14 は本発明の第 4 の実施の形態に係る体表面撮像装置を示す図である。

【0084】

第 4 の実施の形態は、第 1 の実施の形態とほとんど同じであるので、異なる点

のみ説明し、同一の構成には同じ符号をつけ説明は省略する。

【0085】

(構成・作用)

上記各実施の形態では、撮像装置を内視鏡内に設け、体腔内組織の散乱イメージングを行う実施形態を説明したが、本実施の形態では、体表面に狭帯域光を照射し皮膚がん等を検知することの出来る散乱イメージング装置を説明する。

【0086】

図14に示すように、本実施の形態では、電子内視鏡2の代わりに、肌に接触させるフード81、リング状に配置されたライトガイド82、対物光学系とCCDとからなる撮像部83を先端に備えた体表面撮像装置84が設けられる。

【0087】

そして、フード81を肌に接触させ、ライトガイド82より光源装置4からのC1～C3の分光特性の狭帯域な面順次光を照射し、撮像部83にて撮像して、撮像信号をビデオプロセッサ7に伝送する。

【0088】

(効果)

このように本実施の形態では、体表面においても第1の実施の形態と同様な作用効果を得ることができ、皮膚がん等を検知することが可能となる。

【0089】

[付記]

(付記項1) 前記光源装置が、少なくとも一つ以上の帯域光を照射することを特徴とする請求項1に記載のイメージング装置。

【0090】

(付記項2) 前記帯域光のうち、少なくとも一つは、可視光波長域の青色光として位置付けられる帯域に存在する

ことを特徴とする付記項1に記載のイメージング装置。

【0091】

(付記項3) 前記プロセッサが、少なくとも一つ以上の生体画像から、画像中の各位置、及び又は領域に対応するスペクトルを推定する手段を有する

ことを特徴とする請求項1に記載のイメージング装置。

【0092】

(付記項4) 前記スペクトルを推定する手段が、少なくとも1つ以上の行列演算器を有する

ことを特徴とする付記項3に記載のイメージング装置。

【0093】

(付記項5) 前記少なくとも1つ以上の行列演算器の係数が、離散化された一つ以上の波長によって張られるところのスペクトル空間において推定すべきスペクトルの存在範囲を規定する

ことを特徴とする付記項4に記載のイメージング装置。

【0094】

(付記項6) 前記少なくとも1つ以上の行列演算器の係数が、散乱媒体中における光の伝播を表現するところの光伝播モデルを用いて設計されている

ことを特徴とする付記項5に記載のイメージング装置。

【0095】

(付記項7) 前記プロセッサが、画像中の各位置、及び又は領域に対応するスペクトルから生体組織による散乱特徴を推定する手段を有する

ことを特徴とする請求項1に記載のイメージング装置。

【0096】

(付記項8) 前記散乱特徴を推定する手段が、スペクトル空間において予め定められた少なくとも一つ以上のベクトルへの正射影を行う手段を有する

ことを特徴とする付記項7に記載のイメージング装置。

【0097】

(付記項9) 前記プロセッサが、生体組織による散乱特徴を画像情報として有する色彩画像を生成する手段を備えた

ことを特徴とする請求項1に記載のイメージング装置。

【0098】

(付記項10) 前記色彩画像を生成する手段が、生体組織による吸収特徴を画像情報として有する色彩画像を生成する手段を備えた

ことを特徴とする付記項 9 に記載のイメージング装置。

【0099】

(付記項 11) 前記色彩画像を生成する手段が、散乱特徴と散乱特徴以外の画像とを合成して、色彩画像として生成する

ことを特徴とする付記項 9 に記載のイメージング装置。

【0100】

(付記項 12) 前記色彩画像を生成する手段が、散乱特徴と散乱特徴以外の画像を同時に、及びまたは切替えて表示するように画像を生成、表示制御を行う

ことを特徴とする付記項 9 に記載のイメージング装置。

【0101】

(付記項 13) 前記散乱特徴以外の画像が、生体組織による吸収特徴を有する画像情報である

ことを特徴とする付記項 11 に記載のイメージング装置。

【0102】

(付記項 14) 前記散乱特徴以外の画像が、白色光照明下で得られる画像に相当する

ことを特徴とする付記項 11 に記載のイメージング装置。

【0103】

(付記項 15) 前記プロセッサが、少なくとも 1 つ以上の空間周波数フィルタリングを行う手段を有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のイメージング装置。

【0104】

(付記項 16) 前記空間周波数フィルタリングを行う手段が、少なくとも 1 つ以上の生体画像から、画像中の各位置、及び又は領域に対応するスペクトルを推定する手段に位置する

ことを特徴とする付記項 15 に記載のイメージング装置。

【0105】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

【0106】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、既存の内視鏡光学系をそのまま利用することを前提に、光源装置、およびプロセッサ内部の改良だけで、簡易な散乱イメージングを行うことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係る散乱イメージング装置の構成を示す構成図

【図2】

図1の回転フィルタの構成を示す図

【図3】

図2の回転フィルタの分光特性を示す図

【図4】

図1の画像処理回路の構成を示すブロック図

【図5】

図1の散乱イメージング装置が散乱イメージングを行う消化管粘膜組織を説明する図

【図6】

図5の消化管粘膜組織における所望の散乱特性を生じさせる分光特性のフィルタを説明する図

【図7】

図4のスペクトル推定部の作用を説明する図

【図8】

図4のスペクトル推定部の処理の流れを示すフローチャート

【図9】

図4の散乱特徴計算部の作用を説明する図

【図10】

図1の回転フィルタの変形例の構成を示す

【図11】

本発明の第 2 の実施の形態に係る画像処理回路の構成を示すブロック図

【図 1 2】

本発明の第 3 の実施の形態に係る散乱イメージング装置の構成を示す構成図

【図 1 3】

図 1 2 の回転フィルタの構成を示す図

【図 1 4】

本発明の第 4 の実施の形態に係る体表面撮像装置を示す図

【符号の説明】

1 …内視鏡装置（散乱イメージング装置）

2 …C C D

3 …電子内視鏡

4 …光源装置

5 …観察モニタ

7 …ビデオプロセッサ

1 0 …電源部

1 1 …キセノンランプ

1 2 …熱線カットフィルタ

1 3 …絞り装置

1 4 …回転フィルタ

1 5 …ライトガイド

1 6 …集光レンズ

1 7 …制御回路

1 8 …回転フィルタモータ

2 0 …C C D 駆動回路

2 1 …対物光学系

2 2 …アンプ

2 3 …プロセス回路

2 4 …A / D 変換器

2 5 …ホワイトバランス回路

26…セクタ

27、28、29…同時化メモリ

30…画像処理回路

31、32、33…D/A回路

35…タイミングジェネレータ

43…調光回路

51…推定用データ供給部

52…スペクトル推定部

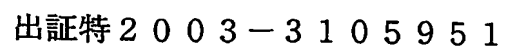
53…特徴計算用データ供給部

54…散乱特徴計算部

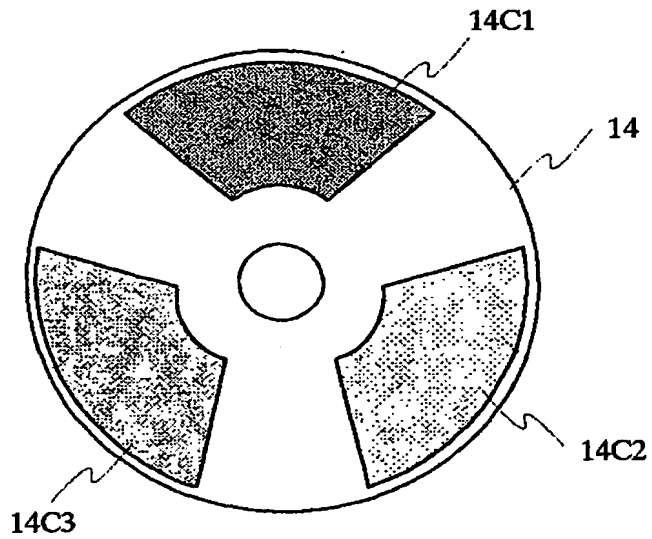
55…色彩画像生成部

代理人 弁理士 伊藤 進

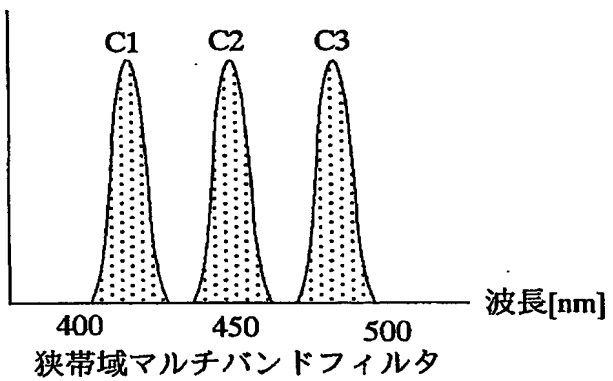
【図 1】



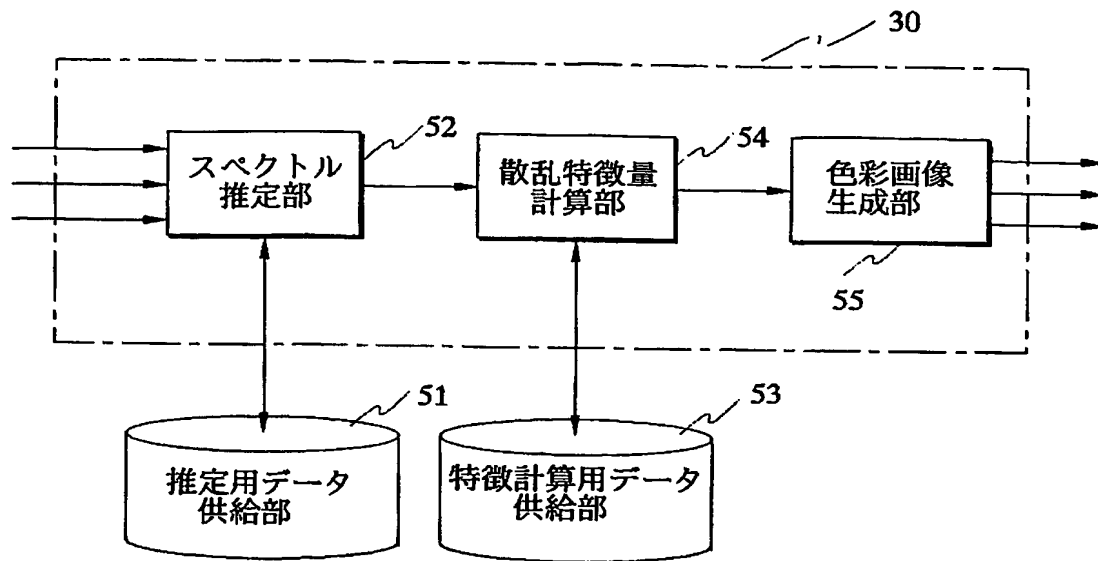
【図 2】



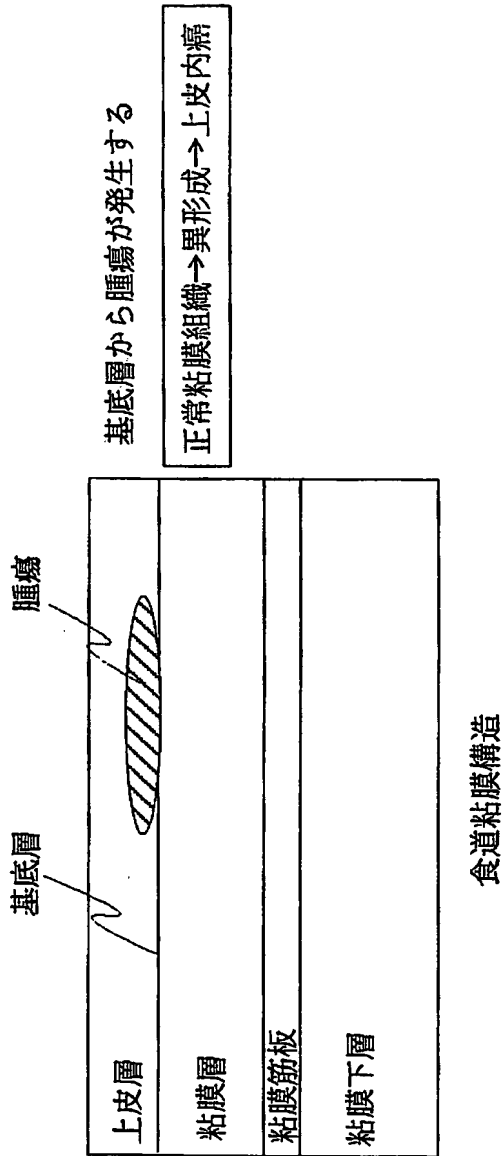
【図 3】



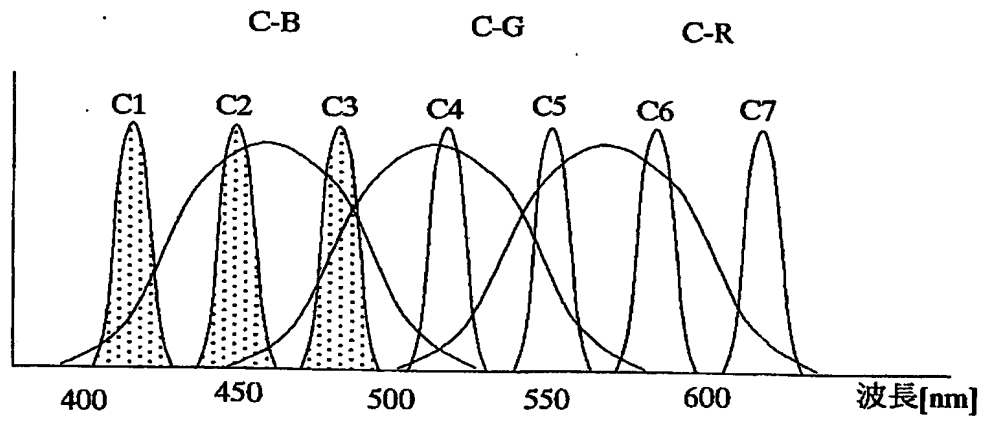
【図 4】



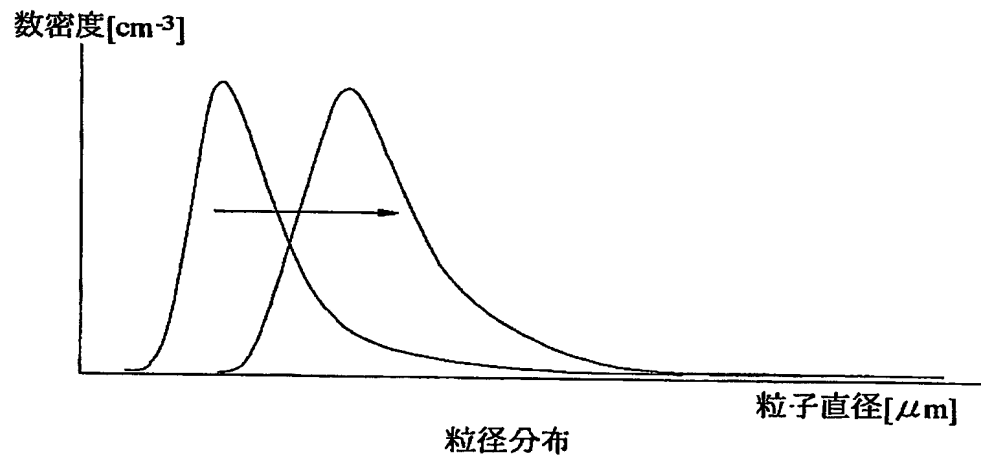
【図 5】



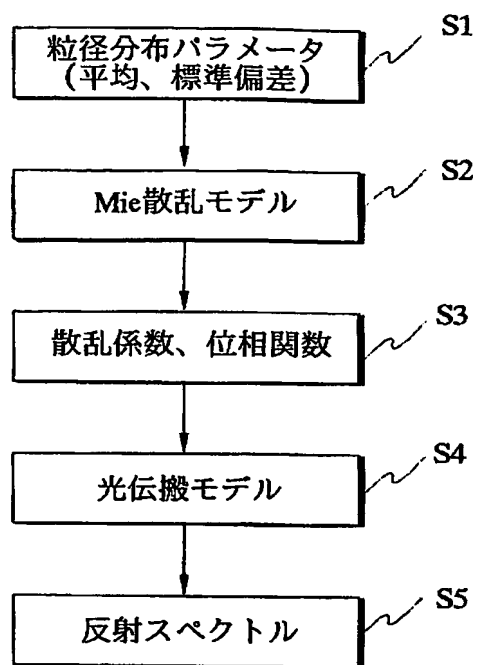
【図 6】



【図 7】

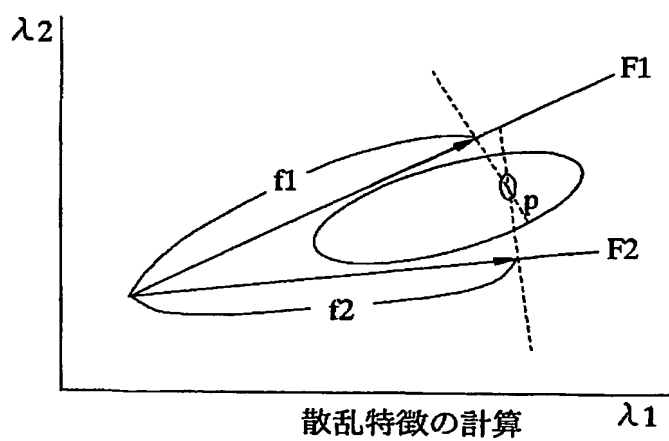


【図 8】

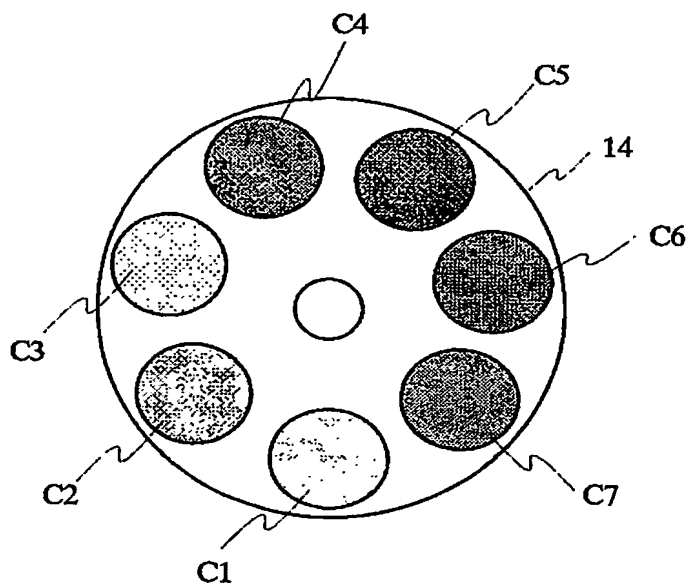


モデル計算の流れ

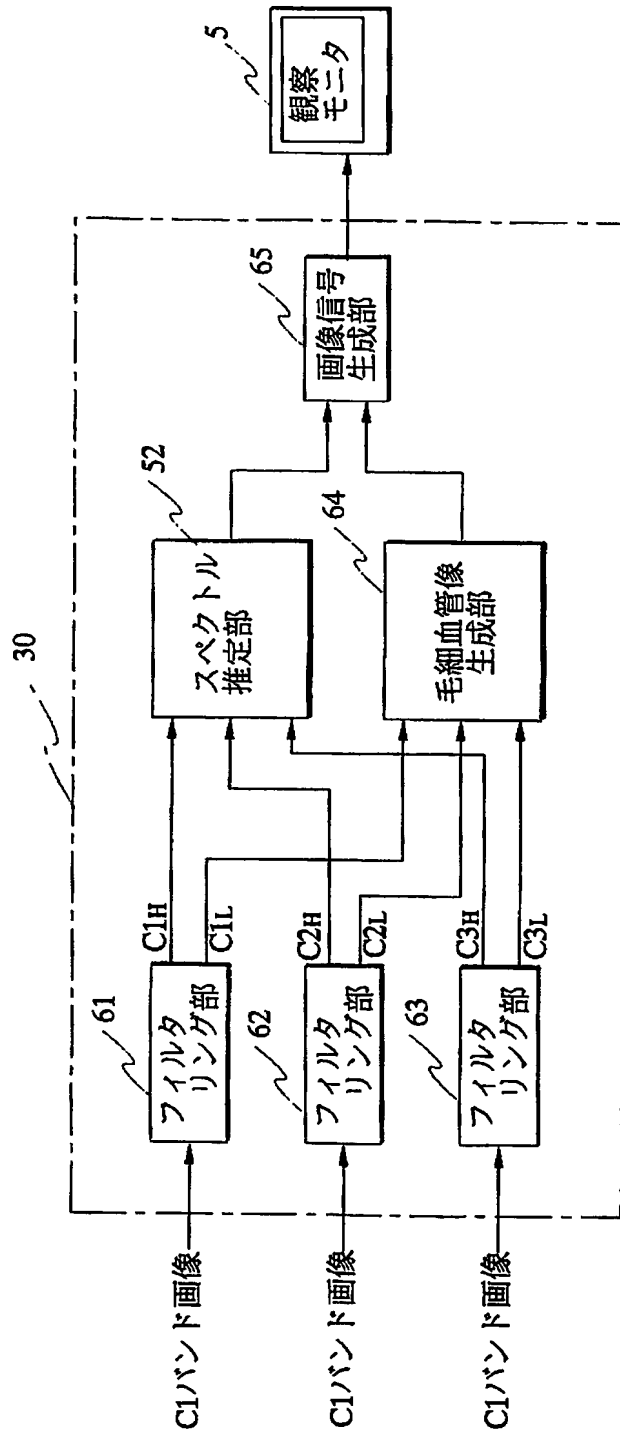
【図 9】



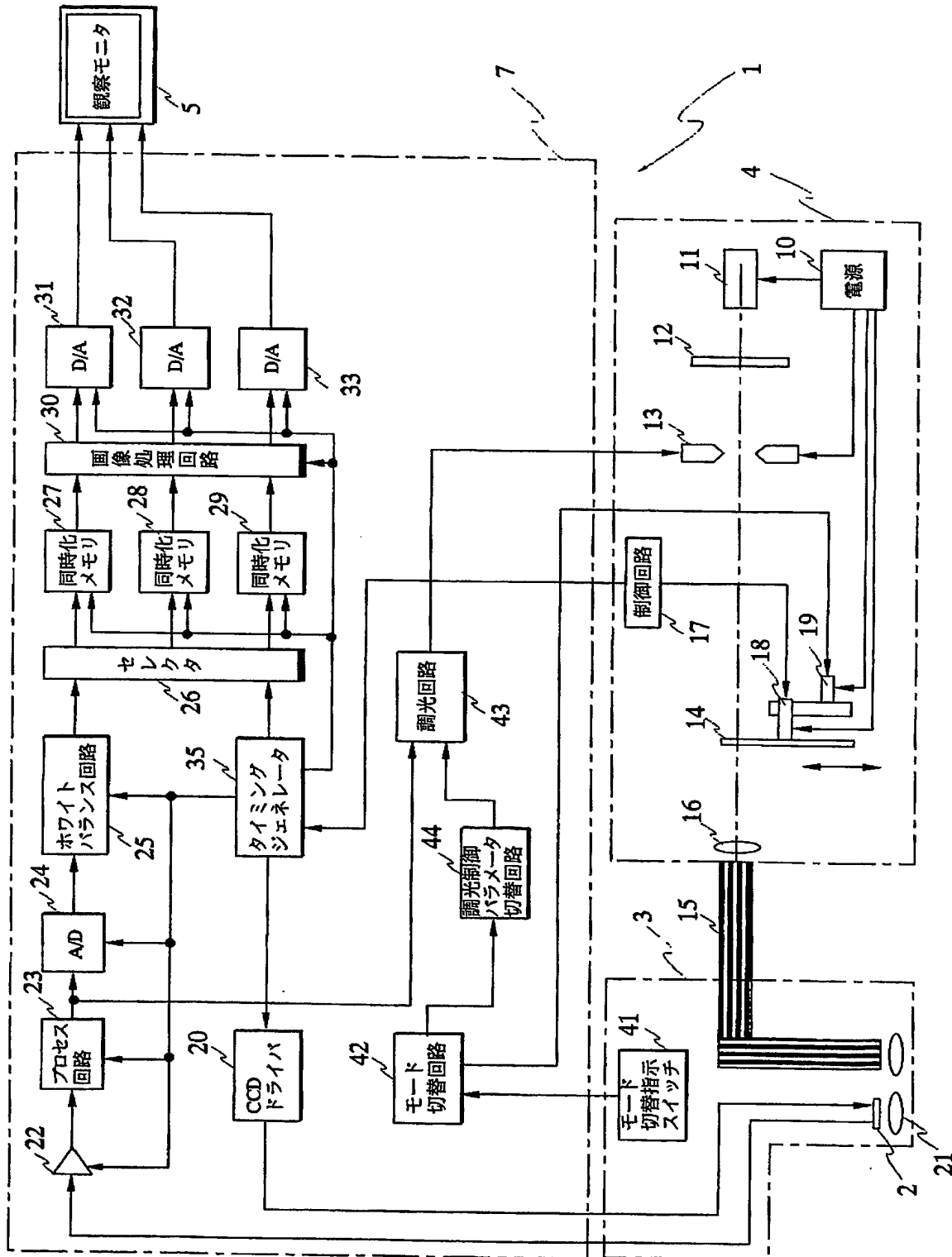
【図10】



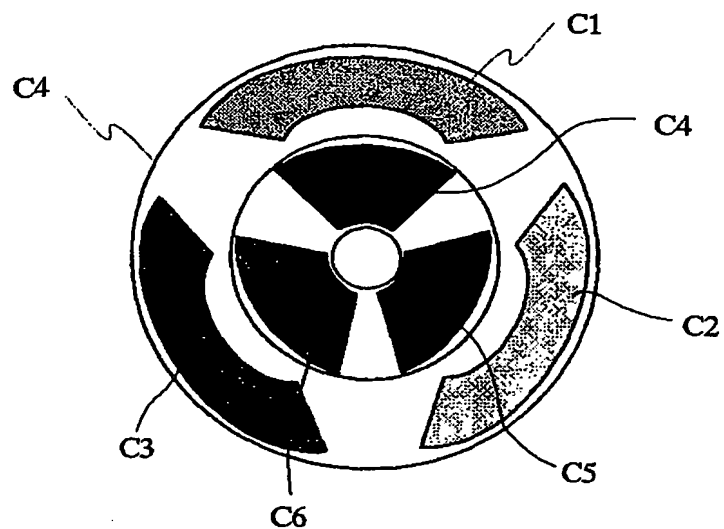
【図 11】



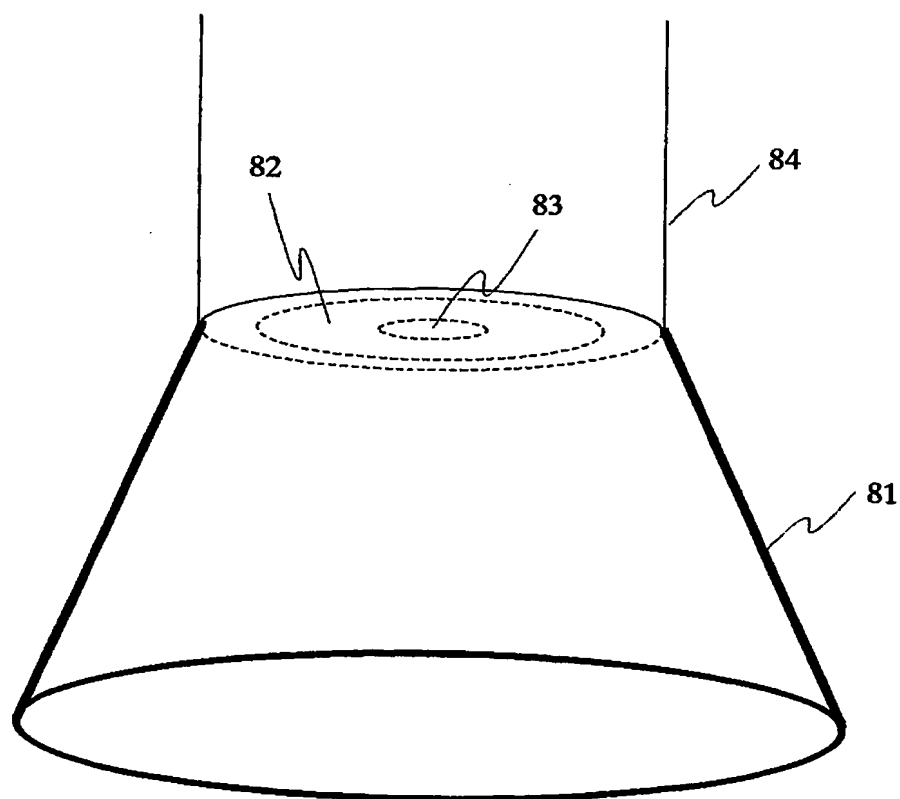
【図12】



【図13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 既存の内視鏡光学系をそのまま利用することを前提に、光源装置、およびプロセッサ内部の改良だけで、簡易な散乱イメージングを行う。

【解決手段】 画像処理回路 3 0 は、各画像データを入力すると共にスペクトル推定に必要なデータを推定用データ供給部 5 1 から得て各画素のスペクトルを推定するスペクトル推定部 5 2 と、スペクトル推定部 5 2 からの各画素のスペクトルと特徴計算用データ供給部 5 3 からの特徴計算用に必要なデータとに基づき数個の散乱特徴を計算する散乱特徴計算部 5 4 と、散乱特徴計算部 5 4 からの散乱特徴画像に基づいて、表示色計算を行い、カラー画像として散乱特徴を表示すべく、各画素の R G B 値を決め R G B 画像を出力する色彩画像生成部 5 5 とを備えて構成される。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 3 6 1 3 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 3 7 6]

- | | |
|----------|--------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 2 0 日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 |
| 氏 名 | オリンパス光学工業株式会社 |
| | |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日 |
| [変更理由] | 名称変更 |
| 住 所 | 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 |
| 氏 名 | オリンパス株式会社 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.